



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA**



**PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES
DE FEIJÃO CAUPI CULTIVADAS SOB PROCESSOS AGROECOLÓGICOS
EM CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO**

CÁSSIO RICARDO GONÇALVES DA COSTA

AREIA – PB

JUNHO - 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA**



CÁSSIO RICARDO GONÇALVES DA COSTA

**PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES
DE FEIJÃO CAUPI CULTIVADAS SOB PROCESSOS AGROECOLÓGICOS
EM CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. **Vânia da Silva Fraga**

AREIA – PB

JUNHO - 2016

CÁSSIO RICARDO GONÇALVES DA COSTA

**PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES
DE FEIJÃO CAUPI CULTIVADAS SOB PROCESSOS AGROECOLÓGICOS
EM CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO**

Monografia apresentada à Coordenação do curso Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Vânia da Silva Fraga
CCA/UFPB
Orientadora

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
CCA/UFPB
Examinador

Msc. Rodolpho José de Almeida Nascimento
CCA/UFPB
Examinador

Dedico

A Deus, por ser minha Fortaleza, e a meus pais Cícero e Reimaguina, que nunca mediram esforços para fazer com que eu alcançasse meus objetivos, pelos ensinamentos e exemplo de caráter passados, e por me fazer ser tão orgulhoso de ser seu filho.

AGRADECIMENTOS

A Professora Vânia Fraga, por ter me recebido de braços abertos como seu orientado no Laboratório de Matéria Orgânica, por todo o ensinamento nas aulas, no campo, e pelos conselhos que me deu durante a orientação.

Ao Professor Bruno Dias, por várias vezes me ajudar no que fosse preciso, além de tirar dúvidas em análises, socorrendo a todos nós quando não sabíamos como fazer alguma coisa.

Ao Professor Adailson por disponibilizar seu Laboratório, tornando possível que eu realizasse algumas análises quando necessário.

A Stella Prazeres, uma amiga-irmã que sempre me aconselhou e me trouxe para o ramo da Ciência do Solo, confidente, parceira, cúmplice pra todas as horas.

A Marcos Gomes pelo companheirismo, dedicação e ser um parceiro que todos deveriam ter a sorte de ter.

A Kalline Carneiro, por toda ajuda e empenho durante as análises, aos demais parceiros do Laboratório que fizeram parte do meu trabalho, Rodolpho pelo empenho na estatística, e a Denisvaldo, Franciane e Mayara, colegas do projeto.

A Emanuel e a AS-PTA, por me disponibilizarem a área de instalação do meu experimento, e me proporcionarem a alegria de poder trabalhar com os produtores da região, os quais com sua humildade e grande saber, me trouxeram bastante conhecimento para o meu crescimento como profissional.

Aos professores, Lilian Guimarães, Arlene, Marcia Eugênia, Marcia Targino, Edna Ursulino, Elizanilda Ramalho, Mailson Monteiro, que direta ou indiretamente, foram bons amigos e me deram o prazer de poder aprender um pouco com cada um.

Aos grandes amigos que fiz durante toda a trajetória pela Universidade, e me deram dias mais alegres, Claudiana, Kilmer Oliveira (Grazy), Ayron (Seridó), Géssica Albuquerque, Sabrina Lyssa, Edjânio, Flávia Araújo (Bodinha), Edilane, Carine, Layse, Angélica, Rodrigo Cirino, Emanuel (Madona), Raul, Alysson (Samuray), Micaely, Ingrid Flores, Ana Luíza (pelos “chás” e conversas), Jonathan Feitosa por me salvar quando minha fonte do notebook pifou, e aos amigos que fiz em Areia, Jéssika, Fernanda, as “Axas” Fernando Mendonça, Junaxa, Mixaxa, Davi Sales.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	122
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Característica do Solo da área do experimento	14
2.2. Características químicas do Pó de rocha MB-4	15
2.3. Características das Variedades cultivadas.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO E DO PÓ DE ROCHA	
3.1.1. Determinação do pH em H ₂ O e pH em KCl.	17
3.1.2. Determinação de Al ⁺³ e H ⁺ + Al ⁺³	17
3.1.3. Determinação de Ca ⁺² + Mg ⁺² e Ca ⁺²	18
3.1.4. Determinação de P, K ⁺ e Na ⁺	19
3.1.5. Outros parâmetros	221
3.2. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE.....	22
3.2.1. Número de Plantas (NP)	23
3.2.2. Altura das Plantas (AP)	23
3.2.3. Número de Folhas (NF)	23
3.2.4. Diâmetro Foliar (DF) e Diâmetro Caulinar (DC).....	23
3.2.5. Número de Vagens por Planta (NVP).....	23
3.2.6. Peso Total das Sementes (PTS)	23
3.2.7. Produção de Matéria Seca da Parte Aérea (PMSPA)	24
3.2.8. Produtividade de Grãos (PG).....	24
3.3. PREPARO DAS AMOSTRAS DO MATERIAL VEGETAL.....	24
3.4. ANÁLISES QUÍMICAS – OBTENÇÃO DO EXTRATO POR DIGESTÃO	24
3.4.1. Material Vegetal	25
3.4.2. Fósforo - P (material vegetal)	25
3.4.3. Potássio e Sódio - K e Na (material vegetal)	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1. Análise de Fertilidade do Neossolo Regolítico:.....	26
4.2. Análise de Fertilidade do Pó de Rocha.....	26
4.3. Parâmetros de Crescimento e Produtividade	27
4.3.1. Número de Plantas (NP)	27
4.3.2. Altura das Plantas de Feijoeiro (AP).....	28

4.3.3.	Número de Folhas (NF)	29
4.3.4.	Largura do Folíolo (LF).....	30
4.3.5.	Diâmetro Caulinar (DC)	31
4.3.6.	Número de Vagens por Plantas de feijão caupi (NVP)	32
4.3.7.	Soma Total de Vagens (STV)	32
4.3.8.	Peso Total das Sementes (PTS)	33
4.3.9.	Peso da Massa Seca da Parte Aérea (PMSPA).....	34
4.3.10.	Produção da Massa Seca da Parte Aérea (PMSPA)	35
4.3.11.	Produção de Grãos (PG)	35
4.4.	Concentrações de nutrientes nas folhas	35
4.4.1.	Teor de K.....	36
4.4.2.	Teor de P	37
4.4.3.	Teor de Na.....	38
5.	CONCLUSÕES	39
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Fertilidade inicial dos blocos da área experimental de um Neossolo Regolítico localizado no município de Esperança-PB.	26
Tabela 2- Fertilidade do pó de rocha.	27
Tabela 3– Soma de todas as plantas úteis de feijão caupi, dentro de cada parcela.	27
Tabela 4– Média do número de vagens de cada planta útil de feijão caupi dentro de cada parcela.	32
Tabela 5– Peso total das sementes de feijão caupi, expresso em g em cada parcela útil.	33
Tabela 6 – Peso da massa seca da parte aérea, expresso em g em cada parcela útil.	34
Tabela 7– Produção da massa seca da parte aérea, expresso em kg há-1.	34
Tabela 8– Produção de grãos de feijão caupi, expresso em kg ha-1.	35
Tabela 9– Faixas de teores considerados adequados de macronutrientes nas folhas de feijoeiro.	36
Tabela 10– Teor de K presente nas folhas de feijoeiro.	36
Tabela 11– Teor de P presente nas folhas de feijoeiro.	37
Tabela 12– Teor de Na presente nas folhas de feijoeiro.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 referente à Altura das Plantas de Feijoeiro (AP).	28
Figura 2 referente ao Número de Folhas (NF).	Erro! Indicador não definido. 29
Figura 3 referente à Área Foliar (AF).	30
Figura 4 referente ao Diâmetro Caulinar (DC).	311

RESUMO

Os Bancos de Sementes Comunitários (BSC) são organizações importantes no manejo da biodiversidade e da segurança alimentar, apesar do grande avanço na organização destes BSC, eles ainda apresentam algumas limitações determinadas por fatores tecnológicos. Por receberem um expressivo número de variedades crioulas (tradicionais), os responsáveis pelos BSC nem sempre conhecem o potencial genético de cada material, e suas adaptações para os seus diversos ambientes de produção, principalmente as condições de fertilidade dos solos. O objetivo deste trabalho foi comparar a produção de grãos e parâmetros de crescimento, de variedades tradicionais de feijão caupi com variedades comerciais, com base em processos agroecológicos na região semiárida paraibana. O experimento foi instalado no esquema fatorial de 4 blocos x 4 tratamentos (T1 – testemunha; T2 – 10 t ha⁻¹ composto orgânico, sendo, exerceo + materiais vegetais; T3 – 4,2 t ha⁻¹ pó de rocha; e T4 – 5 t ha⁻¹ de pó de rocha + 2,1 t ha⁻¹ composto orgânico) x 3 variedades, sendo, 02 comerciais identificadas como, 1- Nova Era e 2- Guaribas (fornecidas pela EMBRAPA), e 01 tradicional, 3- Sedinha (já de uso comum pelos agricultores). O projeto em campo foi desenvolvido em parceria com a Assessoria e Serviços em Agricultura Alternativa (AS-PTA), que também foi utilizada como unidade experimental, localizada no município de Esperança – PB, a classe de solo da área experimental foi um Neossolo Regolítico, os parâmetros de avaliação foram: número de plantas (NP), altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro caulinar (DC) número de vagens por planta (NVP) peso total das sementes (PTS), produtividade de grãos (PG) e produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), as análises de produção foram realizadas no Laboratório de Matéria Orgânica, situado no DSER/CCA/UFPB. Na produtividade média de cada variedade, em função dos tratamentos, foi observado que a produção de grãos da variedade 3 – Sedinha, apresentou o maior resultado em relação as demais, obtendo uma produtividade de 228,40 kg há⁻¹, essa variedade também foi a que se sobressaiu as demais em relação aos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da cultura. Dentre o tratamentos utilizados o que expressou o melhor comportamento na produção, independente das variedades estudadas, foi o composto orgânico.

PALAVRAS CHAVES: agricultura familiar, adubos orgânicos, pó de rocha, composto orgânico.

ABSTRACT

Community Seed banks (CSB) are important organizations in the management of biodiversity and food safety, despite the advance in the organization of these CSB, they still have some limitations determined by technological factors. By receiving a significant number of criola varieties (traditional), who is in charge for the CSB does not always know the genetic potential of each material, and its adaptations for its various production environments, especially the conditions of soil fertility. This study aimed to compare the grain production and growth parameters of traditional varieties of Caupi beans with commercial varieties, based on agro-ecological processes semi-arid region of Paraíba. The experiment was installed in a factorial scheme 4 blocks x 4 treatments (T1-witness; T2-10 t ha⁻¹ of organic compost, being, manure, + vegetable materials; T3- 4.2 t ha⁻¹ of dust rock ; and T4 - 5 t ha⁻¹ of dust rock + 2.1 t ha⁻¹ of organic compound) x 3 varieties, being, and commercial identified as 1-Nova Era and 2- Guaribas (provided by EMBRAPA), and 01 traditional, 3- Sedinha (already in common use by farmers). The field project was developed in partnership with Assessoria e Serviços em Agricultura Alternativa (AS-PTA), which was also used as experimental unit, located in Esperança – PB, the soil of the experimental area was a Regolitic Neosol, the evaluation parameters were: number of plants (NP), plant height (PH), number of leaves (NF), leaf area (LA) , stem diameter (SD) number of pods per plant (NPP) total weight of seeds (TWS), grain productivity (GP) and dry matter production of aerial part (PMSPA), the analyses were performed at the Laboratório de Matéria Orgânica, situated at DSER/CCA/UFPB. . On the average productivity of each variety, depending on the treatment, it was observed that the grain production of the variety 3-Sedinha, showed the greatest result in relation to the other, getting the weight of 228.406 kg/ ha⁻¹, this variety also stood out among the others, when compared against the parameters of growth and development of the culture. Among the treatments, the one that expressed the best behavior in production, independent of the varieties studied, was the organic compound.

KEY WORDS: family farm, organic fertilizers, organic compound, dust rock.

1. INTRODUÇÃO

A produtividade do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L., Walp.) no semiárido nordestino é baixa, apesar de ser uma das culturas mais importantes da região. Isso decorre principalmente da deficiência hídrica, mas também da deficiência de nutrientes no solo (Sampaio et al., 1995). Apesar da baixa fertilidade do solo, o uso de fertilizantes é insignificante, porque o incremento na renda é pequeno e incerto (Sampaio et al., 1997).

Além das condições adversas do meio ambiente, a falta de informações técnicas, tanto sobre o manejo mais adequado do solo para o cultivo do feijão, quanto as variedades de feijão mais resistentes e produtivas, tem levado os sistemas agrícolas da região a baixa produtividade. (PEREIRA et al.1992)

Essa baixa produtividade agrícola, tem levado a diminuição da quantidade de sementes que são guardadas nos Bancos de Sementes Comunitários (BSC). Na Paraíba, esses bancos são organizações importantes no manejo da biodiversidade e da segurança alimentar, uma vez que em períodos de seca esses bancos podem socorrer famílias que sofreram grandes perdas, garantindo sementes para o plantio no ano seguinte, e até mesmo a sua alimentação, visto que as sementes podem se tornar grãos, pois não são usados agrotóxicos para sua conservação.

Apesar do grande avanço na organização destes BSC, eles ainda apresentam algumas limitações determinadas por fatores tecnológicos. Por receberem um expressivo número de variedades crioulas e, ou, tradicionais, os responsáveis pelos BSC nem sempre conhecem o potencial genético de cada material e suas adaptações para os seus diversos ambientes de produção, principalmente as condições de fertilidade dos solos.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi comparar os parâmetros de crescimento e a produção de variedades tradicionais de feijão caupi com variedades comerciais, com base em processos agroecológicos, na região semiárida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijão-caupi é amplamente cultivado pelos pequenos produtores na região Nordeste, e constitui um dos principais componentes da dieta alimentar, especialmente na zona rural (EMBRAPA, 2003), também é utilizado como forragem verde, farinha para alimentação animal, podendo ser usado também como adubação verde e proteção do solo (ANDRADE JÚNIOR, 2000). As cultivares de feijão-caupi apresentam características genéticas, fisiológicas e morfológicas intrínsecas e, dentre as principais causas que limitam a produtividade do feijão-caupi no Nordeste, está em destaque o emprego de cultivares tradicionais, as quais possuem o potencial genético desconhecido, podendo ser um dos motivos para uma baixa capacidade produtiva (PEREIRA et al. 1992), dessa forma Maia et al. (1986) admitem que a simples utilização de sementes de qualidade superior podem levar ao aumento de produtividade. Porém, se a cultivar possuir um baixo potencial genético, o rendimento dessa produção será baixo.

Além das condições adversas do meio ambiente, a falta de informações técnicas, tanto sobre o manejo mais adequado do solo para o cultivo do feijão, quanto as variedades de feijão mais resistentes e produtivas, tem levado os sistemas agrícolas da região a extrema vulnerabilidade da produtividade (Freire Filho et al., 2001).

Na maioria das vezes, ocorre uma baixa produtividade agrícola, que tem levado a diminuição da quantidade de sementes guardadas nos Bancos de Sementes Comunitários (BSC). Na Paraíba, esses bancos são organizações importantes no manejo da biodiversidade e da segurança alimentar, uma vez que em períodos de seca esses bancos podem socorrer famílias que sofreram grandes perdas, garantindo sementes para o plantio no ano seguinte, e até mesmo a sua alimentação, visto que as sementes podem se tornar grãos, pois não são usados agrotóxicos para sua conservação (Dias - comunicação pessoal). Apesar do grande avanço na organização destes BSC, eles ainda apresentam algumas limitações determinadas por fatores tecnológicos. Por receberem um expressivo número de variedades crioulas e, ou, tradicionais, os responsáveis pelos BSC nem sempre conhecem o potencial genético de cada material, e suas adaptações para os seus diversos ambientes de produção, principalmente as condições de fertilidade dos solos. Assim, genótipos com maior previsibilidade são os mais indicados para os pequenos produtores que não utilizam ou fazem pouco uso de insumos modernos (Freire Filho et al., 2002). A recomendação de cultivares baseada nas produtividades

médias obtidas numa região e extrapolada para outra, pode resultar em produção abaixo do esperado, quando cultivadas em outras condições (Duarte & Zimmermann, 1991).

Além disso, é necessário o uso de práticas que não comprometam a semente, uma vez que ela pode ser utilizada como grão, neste sentido, as práticas agroecológicas tornam-se muito importantes, como o uso dos compostos orgânicos produzidos nas propriedades rurais e o pó de rocha, que recentemente vem sendo utilizado como fonte de nutrientes para as plantas, no entanto não existem pesquisas que comprovem essa função do pó de rocha. Por tanto, os agricultores familiares da região semiárida, necessitam de uma pesquisa participativa, para que seja avaliado o manejo adequado do solo, no contexto dos sistemas agroecológicos, cultivados com sementes de feijão, provenientes das propriedades locais (sementes crioulas), como também com sementes comerciais, melhoradas, para que possam garantir a sua segurança alimentar.

2.1. Características das Variedades cultivadas

A BRS Guariba cultivar de feijão-caupi desenvolvida pela Embrapa Meio-Norte (PI), após oito anos de intensas pesquisas no campo e em laboratório, já responde por 85% das exportações de feijão para o Oriente Médio, Ásia e Europa. A cultivar tem como características comerciais: de cor branca, tem o formato arredondado, alta produtividade e é rica em proteínas, ferro e zinco. (EMBRAPA, 2003)

A BRS Nova Era permite a colheita manual, semimecanizada e totalmente mecanizada, com grãos de alto valor comercial. Suas características de porte semiereto, ramos laterais curtos, com inserção de vagens acima do nível da folhagem, alta resistência ao acamamento e uma boa desfolha. (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003)

Variedade Local - Sedinha selecionada pela AS-PTA (Assessoria para Projetos em Agricultura Alternativa) como uma das mais importantes nas comunidades de agricultores familiares do Agreste da Paraíba.

2.2. Característica do Neossolo Regolítico

São classes de solos que apresentam uma sequência de horizontes A-C-R e textura geralmente variável de arenosa a média, que apresentam por definição teores de minerais primários alteráveis superiores a 4% nas frações areia e cascalho nos primeiros 150 cm. Essa característica confere aos solos uma reserva mineral potencial, especialmente de potássio, para as plantas (Oliveira, 2008).

Em relação ao teor de matéria orgânica e P, de forma geral, esses solos apresentam baixos teores (Jacomine, 1996), com permeabilidade alta e capacidade de retenção de umidade baixa. Podendo ser eutróficos ou distróficos, com fragipã e, ou, caráter solódico, o que resulta em características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas distintas, decorrentes de sua gênese (Embrapa, 2006a).

Uma das formas de fornecer subsídios para o desenvolvimento de práticas de uso, manejo e conservação dos solos são os estudos de caracterização física, química, morfológica e mineralógica de solos (Jacomine, 1996). São escassos os estudos dessas características em Neossolos Regolíticos no Brasil, e os poucos realizados foram para fins de fertilidade (Menezes & Salcedo, 2007; Menezes & Silva, 2008) e dinâmica de água no solo (Stürmer, 2008).

2.3. Características químicas do Pó de rocha MB-4

O MB-4 é uma mistura de duas rochas, o biotitaxisto e o serpentinito na proporção de 1:1. A Farinha de Rocha MB-4 possui em sua composição diversos silicatos, entre eles destacam-se os de magnésio, cálcio e ferro, que se apresentam acompanhados de fósforo, potássio e enxofre, além de vários micronutrientes, tais como: cobre, zinco, manganês, cobalto, etc. Miyasaka et al.,(2004), testou o pó de rocha em diferentes solos, onde o mesmo mostrou eficiência como recuperador, melhorador e rejuvenescedor, por possuir uma grande variedade de elementos químicos, fornecendo nutrientes essenciais às plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área de solo classificado como Neossolo Regolítico, pertencente à Assessoria e Serviços em Agricultura Alternativa (AS-PTA), localizada no distrito São Miguel, Esperança-PB, inserida na região Semiárida paraibana. A Paraíba é um estado brasileiro situado a leste da região Nordeste, com uma superfície de territorial de 56.469,778 km², e correspondendo a 3,63% da área dessa região. Está situada entre as latitudes de 06°00'11,1" e 08°19'54,7" Sul, e as longitudes de 34°45'50,4" e 38°47'58,3" Oeste. A AS-PTA por meio da sua inserção junto aos agricultores familiares da região, promoveu junto aos responsáveis pelo projeto, reuniões para a escolha da área onde seria instalada a unidade experimental modelo. Todas as ações desenvolvidas na área tiveram a participação do grupo de agricultores familiares envolvidos no projeto.

Após a escolha da área, o solo foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade e analisado quanto as suas propriedades químicas, antes da instalação do experimento foram coletadas quatro amostras simples por bloco, para formar uma amostra composta, e posteriormente essas amostras foram analisadas quanto à fertilidade do solo. A metodologia usada foi a Donagema et al., (2011) com algumas adaptações quando necessário.

3.1. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO E DO PÓ DE ROCHA MB-4

As análises dos atributos químicos do solo e do pó de rocha, incluíram determinação dos teores de bases trocáveis (Ca, Mg, Na e K), H + Al, fósforo (P assimilável), pH em água e pH em KCl, todos de acordo com as metodologias descritas pela Donagema et al., (2011). Com base nas determinações efetuadas foram calculados: soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), porcentagem de saturação por sódio (PST%), porcentagem de saturação por alumínio (m%) Quando pertinente as propriedades químicas foram analisadas por regressão de efeito variável.

3.1.1. Determinação do pH em H₂O.

Medição da concentração efetiva de íons H⁺ na solução do solo (Terra Fina Seca ao Ar – TFSA), eletronicamente, por meio de um eletrodo combinado, imerso em suspensão de solo: solução (H₂O ou KCl) na proporção de 1:2,5. A leitura foi feita de forma direta no potenciômetro (Donagema et al., 2011).

3.1.2. Determinação de Al⁺³ e H⁺ + Al⁺³

Para determinar o Al⁺³ foi utilizado o método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio, após a extração do Al⁺ do solo por KCl 1 mol.L⁻¹. Soluções não tamponadas de sais nêutrons como o KCl não produzem acidez por dissociação de radicais carboxílico (H⁺), e assim o H⁺ + Al⁺ determinados correspondem às formas trocáveis. O íon H⁺ trocável é extremamente pequeno a pH normalmente encontrado no solo, sendo assim, o que se determina é o Al⁺ trocável (Donagema et al., 2011). O teor de alumínio existente na amostra é dado pela igualdade:

cmol_c de Al⁺³dm⁻³ = mL de NaOH 0,025 M gastos na titulação.

Para os teores de (H⁺ + Al⁺³) feita a extração da acidez potencial de solos com solução de acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado por titulometria com solução de NaOH com presença de fenolftaleína como indicador. A extração do (H⁺ + Al⁺) pelo acetato de cálcio é baseada pela propriedade tampão do sal, decorrente de ânions acetatos. Com o pH ajustado em 7,0, ele extrai grande parte da acidez potencial do solo até este valor de pH (Donagema et al., 2011). O teor de (H⁺ + Al⁺) existente na amostra é dado pela igualdade:

cmol_c de H⁺ + Al⁺³dm⁻³ de TFSA = (L – Br) x 1,65 onde:

L = número de mililitros gastos na titulação da amostra;

Br = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

3.1.3. Determinação de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ e Ca^{+2}

Para o $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$; o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) trocáveis foram extraídos por KCl 1 mol.L-1 e determinados por complexometria com EDTA dissódico, usando-se como indicador o negro-de-eriocromo (Donagema et al., (2011)). O teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ existente na amostra foi feito pela igualdade:

$$\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de TFSA} = L - \text{Br} \quad 27$$

L = número de mililitros de EDTA dissódico 0,0125 mol.L-1 gastos na titulação da amostra;

Br = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

Para os teores de cálcio, é feita a extração com solução KCl 1 mol.L-1 e determinação complexiométrica em presença do indicador ácido calcon carbônico (Donagema et al., (2011)). O teor de Ca^{2+} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de TFSA}^* = L - \text{Br}$$

L = número de mililitros de EDTA dissódico 0,0125 mol.L-1 gastos na titulação da amostra;

Br = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

O magnésio foi obtido por diferença por duas titulações anteriores ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e Ca^{2+})(Donagema et al., (2011)). O teor de Mg^{2+} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de } \text{Mg}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA}^* = (\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / \text{dm}^3) - (\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} / \text{dm}^3)$$

3.1.4. Determinação de P, K⁺ e Na⁺.

Para fósforo de acordo com metodologia da Donagema et al., (2011). Foi feita extração com solução de Mehlich 1 e posterior determinação por espectrofotometria, por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico. A solução de Mehlich 1 é constituída por uma mistura de HCl 0,05 mol.L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol.L⁻¹. O emprego dessa solução como extratora de fósforo, potássio, sódio e micronutrientes do solo baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl⁻ o de restringir o processo de readsorção dos fosfatos recém-extraídos.

Para o preparo da curva padrão, Colocou-se 5 mL de cada solução-padrão diluída (0 (Mehlich 1), 1, 2, 3 e 4 mg de P L⁻¹) em erlenmeyers de 125 mL. Adicionando 10 mL de solução ácida de Molibdato de Amônio e uma medida calibrada (\pm 30 mg) de Ácido Ascórbico

Procedeu-se da mesma forma indicada para a determinação do fósforo no extrato do solo. Decorrido o tempo para o completo desenvolvimento da cor, foi efetuada a leitura. As leituras foram anotadas em absorbância, correspondentes a cada padrão; o teor de fósforo no solo: Considerando que a concentração de fósforo na amostra sofreu diluição de 1:5 na extração, para a obtenção direta da concentração de fósforo na TFSA, o resultado final foi multiplicado por 5.

Assim, o cálculo do teor de fósforo assimilável na amostra foi obtido, convertendo-se a leitura efetuada no aparelho em mg de P/dm de solo, por meio da reta-padrão e de acordo com a expressão:

$$\text{mg de P.dm}^3 \text{ da TFSA} = (a+bL)*5$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura em absorbância

Para determinar o Potássio de acordo com Donagema et al., (2011). A extração foi feita com solução diluída de ácido clorídrico (Mehlich 1) e posterior determinação por espectrofotometria de chama.

Preparo da reta, aferido o fotômetro com água deionizada no ponto zero, levou-se as quatro soluções-padrão diluídas (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mmol de K^+ /L) ao fotômetro. Efetuando as leituras. O teor de potássio no solo: Em razão da diluição de 1:5 na extração, as concentrações de K^+ nos padrões em mmol/L correspondem aos teores de potássio da amostra, em cmolc/dm³. Assim, o cálculo do teor de potássio trocável na amostra foi dado pela expressão:

$$\text{mg de K/dm}^3 \text{ na TFSA} = (a + bL) \times 39 \times 5 \text{ ou cmolc K/dm}^3 = (a + bL)$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura

Para sódio foi realizada a extração com solução diluída de ácido clorídrico (Mehlich 1) e posterior determinação pelo fotômetro de chama (Donagema et al., (2011)).

Preparo da reta: Aferido o fotômetro com água deionizada no ponto zero. Levou-se as quatro soluções diluídas (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mmol de Na^+ /L) ao fotômetro. Efetuando as leituras; o teor de sódio no solo: em razão da diluição de 1:5 na extração, as concentrações de Na^+ nos padrões em mmol/L correspondem aos teores de sódio da amostra, em cmolc/dm³. Assim, o cálculo do teor de sódio trocável na amostra foi dado pela expressão:

$$\text{mg de Na/dm}^3 \text{ na TFSA}^* = (a + bL) \times 23 \times 5 \text{ ou cmolc Na/dm}^3 = (a + bL)$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura.

3.1.5. Outros parâmetros

Foram calculados para o pó de rocha, com base nas determinações efetuadas: soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e porcentagem de saturação por alumínio (m%).

$$SB \text{ (cmol/dm}^3\text{)} = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+)$$

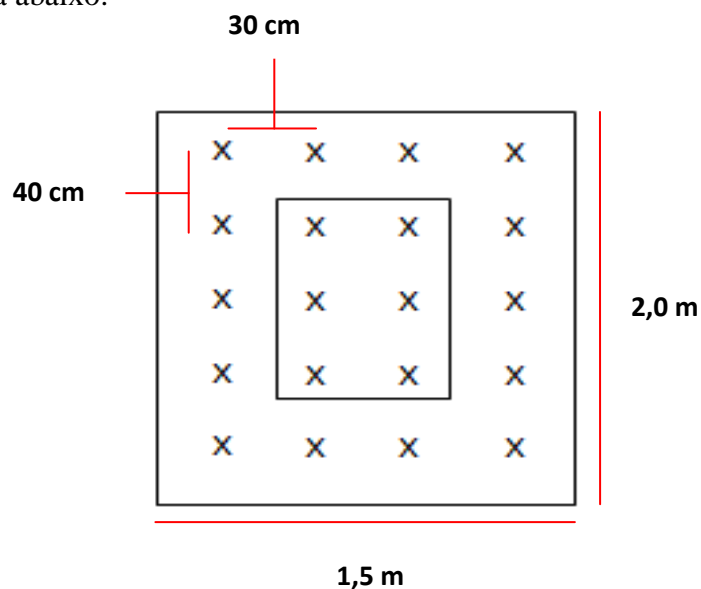
$$CTC \text{ a pH } 7 \text{ (cmol/dm}^3\text{)} = S + (H^+ + Al^{3+})$$

$$V\% = \frac{SB}{CTC} \times 100$$

$$m\% = \frac{Al^{3+}}{SB + Al^{3+}} \times 100$$

Durante o período de desenvolvimento da cultura que foi 60 dias coloque o tempo em dias a precipitação pluvial média mensal foi de 110,9 mm. A área total do experimento foi de 648 m². O experimento foi instalado no esquema fatorial de 4 blocos x 4 tratamentos (T1 – testemunha, T2 – 10 t ha⁻¹ composto orgânico, sendo, exerceo + materiais vegetais, T3 – 4,2 t ha⁻¹ pó de rocha, e T4 – 5 t ha⁻¹ de pó de rocha + 2,1 t ha⁻¹ composto orgânico) x 3 variedades, sendo, 02 melhoradas identificadas como, 1- Nova Era e 2- Guaribas (fornecida pela EMBRAPA), e 01 tradicional, também chamada de variedade crioula, 3- Sedinha (já de uso comum pelos agricultores).

As quatro parcelas, correspondentes aos tratamentos, foram subdivididas em três subparcelas, para o plantio das variedades. Para determinação dos parâmetros de crescimento e produtividade forma usadas as 6 plantas centrais da subparcela, como mostra esquema abaixo:



A adubação foi realizada no mesmo dia do plantio, e as doses aplicadas foram T1: testemunha; T2: 10 toneladas/ha do Composto, T3: Pó de rocha: 4,2 toneladas/ha e T4: pó de rocha mais composto usou-se 2,1 ton de pó de rocha + 5 toneladas de composto/ha, entre os tratamentos utilizou-se um espaçamento de 0,5 m. Os insumos foram distribuídos na superfície das parcelas e incorporados ao solo na profundidade de 0-20 cm.

O plantio aconteceu logo após a adubação na mesma data (18/06/2015), onde as cultivares foram plantadas nas subparcelas de 1,5x2 m, ou seja, 3 m² de área total, em 4 linhas de 2 m, sendo feitas 5 covas por linha, 20 covas por subparcela, o espaçamento utilizado entre linhas foi de 30 cm e entre plantas de 40 cm. Colocadas em cada cova 3 sementes.

As limpas foram feitas manualmente, de acordo com a necessidade da cultura, sendo a 1º realizada no dia 22/07/2015. Para o controle de pragas utilizou-se repelente de calda a base de fumo e outros produtos (pimenta, angico, nim), aplicado a 1º vez no dia 22/07/2015, com a utilização de pulverizador costal de 20 litros, numa proporção de 2L da mistura repelente por 8L de água, aplicados em todo o campo.

3.2. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE

Para determinação dos parâmetros de crescimento e produtividade foram usadas as 6 plantas centrais da subparcela, o desbaste foi feito após o aparecimento do primeiro par de folhas (folíolos), deixando-se uma planta por cova, para avaliar o desenvolvimento da planta, foram observados semanalmente parâmetros como: número de plantas (NP), altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro foliar (DF), diâmetro caulinar (DC), utilizando o paquímetro, e ao final do ciclo da cultura por ocasião da colheita foram determinados os seguintes parâmetros: número de vagens por planta (NVP) obtido pela soma de todas as vagens colhidas, em cada parcela útil, divididas pelo número de plantas existentes nestas, peso total das sementes (PTS) e produtividade de grãos (PG) produtividade é medida por área kg.hec-1 ou m²

determinada pela pesagem dos grãos após a debulha das vagens. Após a retirada das vagens a matéria seca da parte aérea foi seca em estufa 60°C, até peso constante, para determinação da produção de matéria seca (PMS).

3.2.1. Número de Plantas (NP)

Contagem do número de plantas de feijão desenvolvidas dentro de cada parcela útil.

3.2.2. Altura das Plantas (AP)

A altura das plantas foi medida com uso de régua, expressa em cm.

3.2.3. Número de Folhas (NF)

Contagem feita a partir do surgimento do primeiro par de folíolos.

3.2.4. Diâmetro Foliar (DF) e Diâmetro Caulinar (DC)

Foi utilizado um paquímetro para fazer as medições do diâmetro foliar e do diâmetro do caule.

3.2.5. Número de Vagens por Planta (NVP)

Foram colhidas todas as vagens de cada planta das parcelas úteis, somadas e divididas pelo número de plantas existentes dentro dessas parcelas, com esses valores, obteve-se uma média referente a esse parâmetro.

3.2.6. Peso Total das Sementes (PTS)

Foram pesadas todas as sementes da parcela útil, e o valor obtido foi expresso em g.

3.2.7. Produção de Matéria Seca da Parte Aérea (PMSPA)

As amostras da parte aérea foram secas em estufa 60°C, até peso constante, para determinação da produção de matéria seca. Os dados de produção de grãos e matéria seca foram transformados em toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$).

3.2.8. Produtividade de Grãos (PG)

Determinada pela pesagem dos grãos (umidade 13%) após a debulha das vagens.

3.3. PREPARO DAS AMOSTRAS DO MATERIAL VEGETAL

O material foi levado para a estufa à 65°C até obter peso constante. Após a determinação do peso seco, foi feita a moagem em moinho do tipo Willey passando por tela de malha de 1 ou 0,5 mm de abertura.

3.4. ANÁLISES QUÍMICAS – OBTENÇÃO DO EXTRATO POR DIGESTÃO

3.4.1. Material Vegetal

Para quantificar os teores de P, K, Na, e Ca do material vegetal, o mesmo foi digerido utilizando-se ácido sulfúrico P.A (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (Murphy & Ryley, 1962).

Foi pesado 250 mg de material seco, em seguida adicionado 5 ml de ácido sulfúrico concentrado e levado à placa digestora a 350°C. onde os tubos ficaram por 30 minutos, após isso esperou-se os tubos esfriarem por 20 minutos ou 12 minutos para adicionar 0,5 ml de peróxido de hidrogênio, terminado esse tempo, foram novamente para a placa aquecedora e deixados por 8 minutos, retirou-se, e foram colocados para

esfriar novamente por cerca de 12 minutos e repetido o processo até que o líquido ficou claro.

Os tubos foram colocados por mais 30 minutos na placa aquecedora para eliminar o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) restante, alguns que ficaram claro antes dos outros, continuaram indo para a placa, mas adicionando peróxido apenas nos escuros.

Dilui-se para 50 ml, quando as amostras estavam frias, então foi colocado os tubos no bloco (com H_2O destilada) quando a temperatura estava em $300^\circ C$, porém a marcação do tempo começou, quando a temperatura chegou à $350^\circ C$.

3.4.2. Fósforo - P (material vegetal)

Utilizou-se 6 tubos de ensaio graduados de 25mL com concentrações de 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 ppm de fosforo para obtenção da curva padrão, retirando da solução de 5 ppm de fosforo respectivamente os volumes: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 mL. Nesses tubos foram colocados 1 mL do extrato da digestão da amostra, adicionar 4 mL de solução B para desenvolver a cor e completar o volume para 25 mL com água deionizada.

As amostras ficaram 45 minutos em descanso e após esse tempo agitou-se e foram levadas para realizar a leitura no colorímetro, que já estava ajustado para comprimento de onda de 880nm.

3.4.3. Potássio e Sódio - K e Na (material vegetal)

Do extrato obtido da digestão do material vegetal por ácido sulfúrico concentrado e peróxido de hidrogênio, quantificou-se o potássio e o sódio pelo método fotométrico. Foi diluído 1 ml do extrato em 30 ml de água deionizada, agitou-se, e em seguida o fotômetro foi aferido com água deionizada no ponto zero e com a solução de 4,0 mg L no valor correspondente ao ultimo ponto da escala, terminado, a leitura procedeu-se na escala do aparelho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise de Fertilidade do Neossolo Regolítico:

O pH serve para avaliar as condições de acidez, neutralidade e alcalinidade de um solo. A escala de pH vai do 1 ao 14, sendo 7 a neutralidade, abaixo de 7 a acidez e acima de 7 a alcalinidade.

A disponibilidade dos nutrientes sofre influência do pH do solo. O nitrogênio (N) é melhor aproveitado pela planta em solo com pH acima de 5,5. A disponibilidade máxima verifica-se na faixa de pH do solo entre 6 e 6,5 para depois diminuir. O fósforo (P_2O_5) tem melhor disponibilidade para as plantas em pH 6 a 6,5.

O solo da área apresenta-se fracamente ácido, com os valores de P considerados médio, K e Na baixos, Acidez potencial muito baixa e Ca, Mg e COT muito baixos.

Tabela 1- Fertilidade inicial dos blocos da área experimental de um Neossolo Regolítico localizado no município de Esperança-PB.

	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H+Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	COT
Bloco	(1:2,5)	mg kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----	-----	g kg ⁻¹
B1	6,8	0,39	13,49	0,02	0,93	0,00	0,48	0,05	0,02
B2	6,11	0,21	12,07	0,01	0,40	0,32	0,9	0,28	0,03
B3	6,44	0,29	17,23	0,01	0,33	0,03	1,18	0,48	0,01
B4	6,29	0,27	18,62	0,01	0,43	0,00	1,45	0,45	0,54

4.2. Análise de Fertilidade do Pó de Rocha

As análises realizadas no pó de rocha constataram que, o pH encontra-se alcalino, (pH > 7,0), dessa forma, isso pode acarretar em uma deficiência na disponibilidade de fósforo por causa da formação de fosfato de cálcio que é insolúvel e não aproveitável para as plantas, devido, ao elevado teor de Ca, e também de Mg e K. A

saturação por bases (V%) e a CTC efetiva são altas, devido aos altos teores de Ca, Mg, Na.

Tabela 2- Caracterização química do pó de rocha.

pH	P	S - SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	M. O.
Água _(12,5)	-----	mg/dm ³	-----	-----	-----	-----	cmolc/dm ³	-----	-----	-----	- g/kg -
8,7	0,39	-	29,70	0,45	0,00	0,00	7,46	1,91	9,90	9,90	1,72

4.3. Parâmetros de Crescimento e Produtividade

4.3.1. Número de Plantas (NP)

Para a variável NP observa-se que não houve diferença significativa, na comparação das variedades, e também entre os tratamentos. (Tabela 3).

Tabela 3– Soma de todas as plantas úteis de feijão caupi, dentro de cada parcela.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	5 a A	5 a A	5 a A
Composto Orgânico	5 a A	6 a A	5 a A
Pó de rocha	6 a A	5 a A	5 a A
Pó de rocha + Composto	5 a A	5 a A	5 a A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.3.2. Altura Das Plantas (AP)

Quanto à altura das plantas (AP), não houve diferença significativa tanto para variedades quanto para tratamentos, porém, nota-se que a variedade Sedinha, quando submetida aos tratamentos T1, T2 e T3, (A, B e C) obteve maior altura final em relação às demais, e quando o tratamento foi com a mistura do pó de rocha + composto T4, (D) a variedade Guaribas foi a que obteve maior resultado.

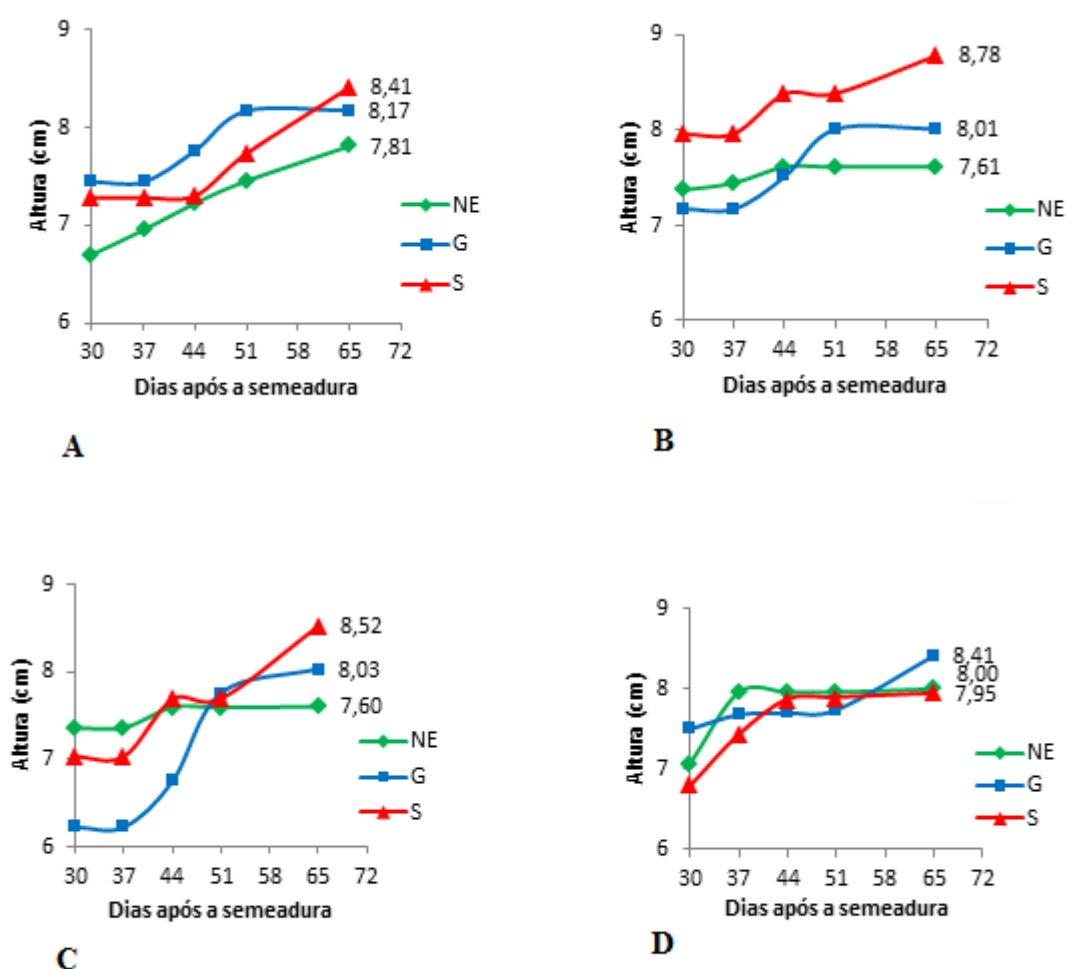


Figura 1 referente à Altura das Plantas de Feijoeiro (AP): A= T1 (testemunha); B= T2 (composto orgânico); C= T3 (pó de rocha) e D= T4 (pó de rocha + esterco).

** Siglas referentes às variedades utilizadas no experimento, NE= Nova Era, G= Guaribas e S= Sedinha.

4.3.3. Número de Folhas (NF)

Para esse parâmetro de avaliação, observou-se que não houve diferença significativa tanto para variedades quanto para tratamentos. No entanto, quando submetida aos tratamentos T1 (testemunha) e T3 (pó de rocha), a variedade Sedinha obteve o maior número de folhas (A e C). No tratamento T2 (composto orgânico) a Nova Era se sobressaiu as demais (B), e no tratamento T4 (pó de rocha + composto orgânico) a que obteve melhor resultado no final do ciclo da cultura foi a Guaribas (D).

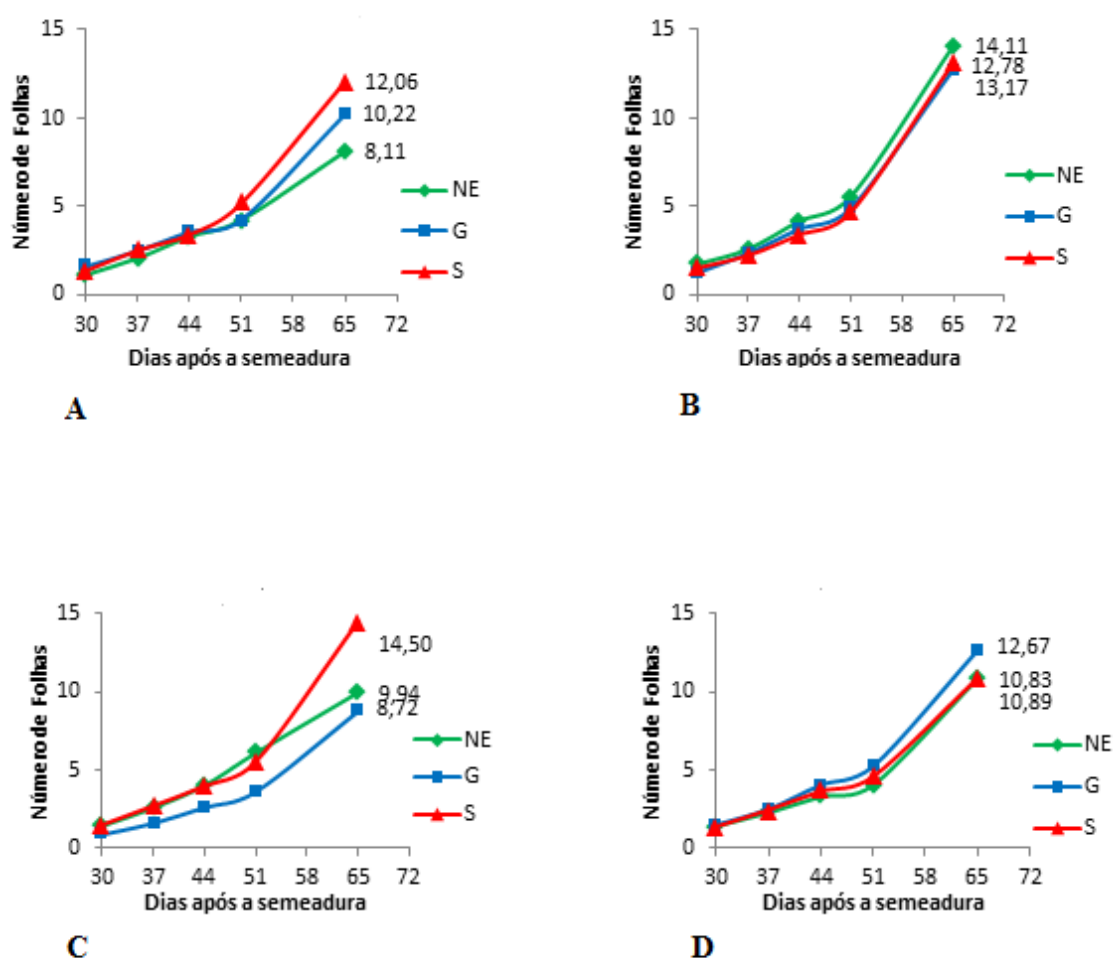


Figura 2 referente ao Número de Folhas (NF): A= T1 (testemunha); B= T2 (composto orgânico); C= T3 (pó de rocha) e D= T4 (pó de rocha + esterco).

** Siglas referentes às variedades utilizadas no experimento, NE= Nova Era, G= Guaribas e S= Sedinha.

4.3.4. Área Foliar (AF)

Para essa variável, observou-se que houve diferença significativa na largura do folíolo entre as variedades Sedinha e Nova Era, nos tratamentos T1, T2 e T4 (A, B e D). No tratamento T3 (Pó de rocha), a variedade Sedinha foi a que apresentou a maior largura do folíolo diferindo significativamente da Guaribas (C).

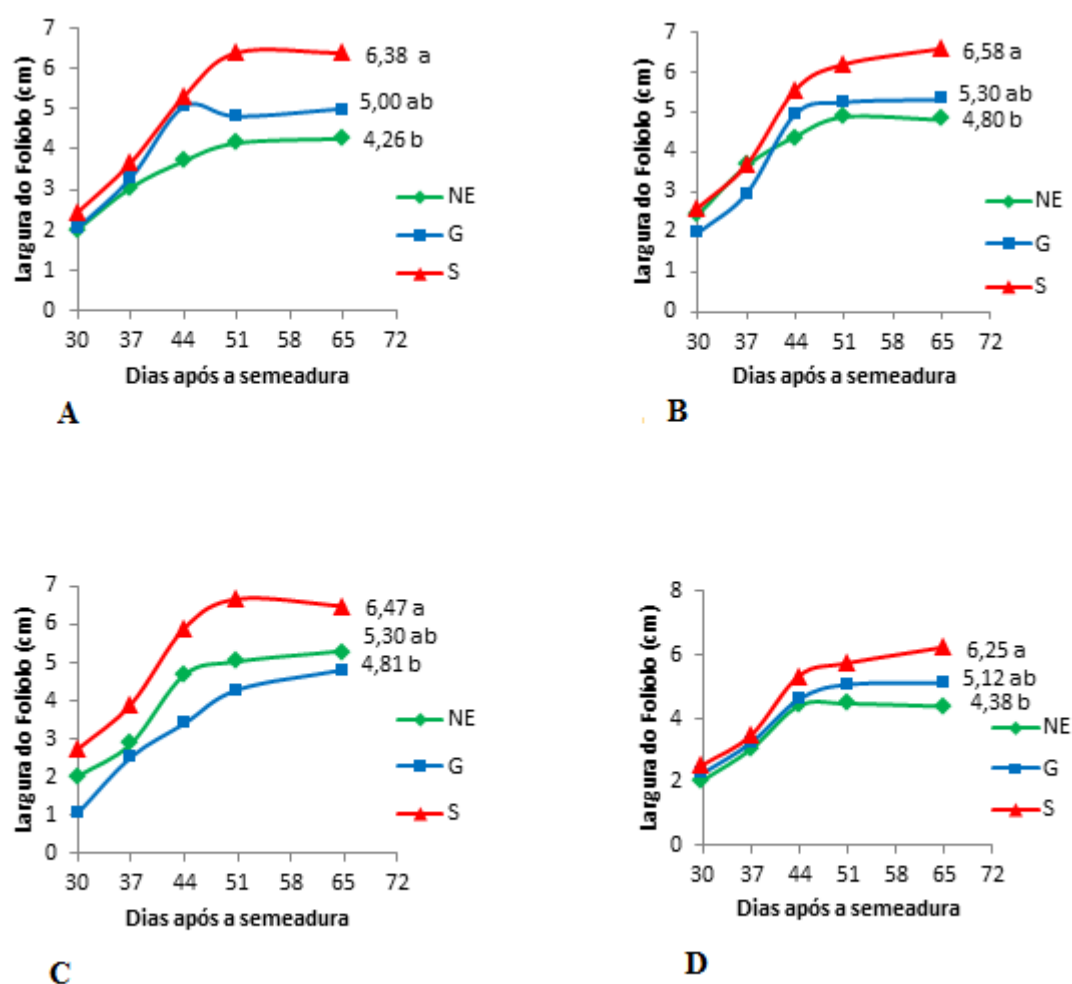


Figura 3 referente à Área Foliar (AF): A= T1 (testemunha); B= T2 (composto orgânico); C= T3 (pó de rocha) e D= T4 (pó de rocha + esterco).

** Siglas referentes às variedades utilizadas no experimento, NE= Nova Era, G= Guaribas e S= Sedinha.

4.3.5. Diâmetro Caulinar (DC)

Não houve diferença significativa tanto para variedades e tratamentos nesse parâmetro. Apesar dessa constatação, nota-se que quando as variedades foram submetidas aos T1 (testemunha), T2 (Composto Orgânico) e T4 (Pó de rocha + composto), a variedade Guaribas foi a que apresentou um maior diâmetro caulinar (A, B e D). Já no tratamento T3 (Pó de rocha + composto) a que alcançou maior diâmetro ao final do ciclo foi a Sedinha (C).

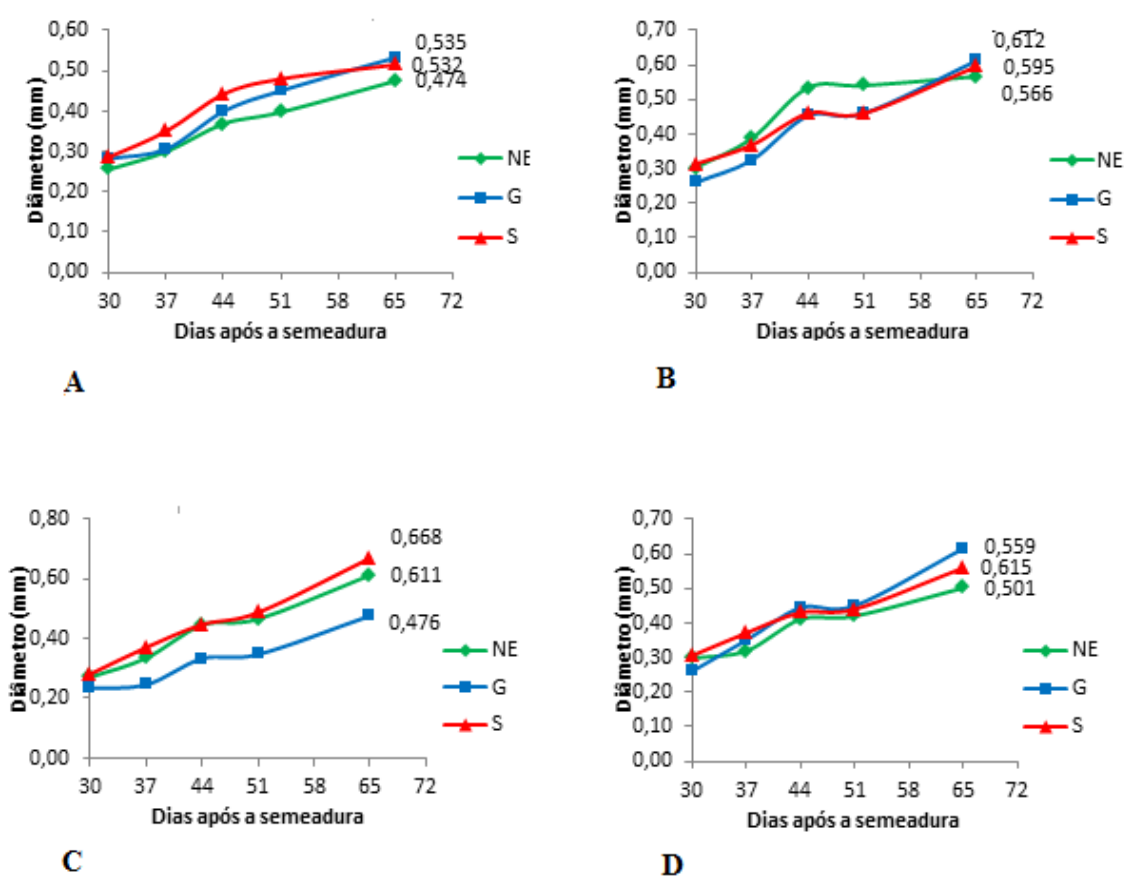


Figura 4 referente ao Diâmetro Caulinar (DC): A= T1 (testemunha); B= T2 (composto orgânico); C= T3 (pó de rocha) e D= T4 (pó de rocha + esterco).

** Siglas referentes às variedades utilizadas no experimento, NE= Nova Era, G= Guaribas e S= Sedinha.

4.3.6. Número de Vagens por Plantas de feijão caupi (NVP)

Não houve diferença significativa entre as variedades dentro de cada tratamento (Tabela 4). Na comparação dos tratamentos, observa-se que nenhum deles diferiram estatisticamente para as variedades Nova Era e Sedinha. Para essa variável, apenas a variedade Guaribas, diferiu significativamente, quando submetida ao tratamento T4 (pó de rocha + composto orgânico), do tratamento T3 (pó de rocha), dessa forma, sugerindo que esse último não é o mais indicado para essa variedade.

Tabela 4– Média do número de vagens de cada planta útil de feijão caupi dentro de cada parcela.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	4 a A	7 a AB	6 a A
Composto Orgânico	9 a A	7 a AB	7 a A
Pó de rocha	6 a A	4 a B	8 a A
Pó de rocha + Composto	8 a A	11 a A	7 a A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.3.7. Peso Total das Sementes (PTS)

Para a variável PTS a variedade Sedinha diferiu significativamente da Nova Era (Tabela 5). A Guaribas não diferiu das demais. Com relação aos tratamentos não houve diferença entre eles para a variedade Sedinha. Já para a variedade Nova Era, observa-se um aumento significativo no peso total de semente para todos os tratamentos, quando comparados com a testemunha, embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos que receberam os insumos. Para a variedade Guaribas, o tratamento com

composto orgânico (T4) foi o que apresentou a maior produção, mas só diferiu significativamente do tratamento T3, que só recebeu o pó de rocha.

Tabela 5– Peso total das sementes de feijão caupi, expresso em g em cada parcela útil.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	12,1 b B	43,0 a AB	53,6 a A
Composto Orgânico	36,1 b A	47,4 ab AB	63,1 a A
Pó de rocha	24,7 b A	29,0 b B	75,7 a A
Pó de rocha + Composto	29,8 b A	68,2 a A	70,6 a A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.3.8. Peso da massa seca (PMS)

As variedades Guaribas e Sedinha não diferiram estatisticamente, diferindo da Nova Era que obteve valores inferiores quando comparada as outras duas (Tabela 6), entre os tratamentos para a variedade Nova Era, o menos indicado foi o T1 (testemunha), os T2, T3 e T4 não diferiram, para a Variedade Guaribas o T4 (pó de rocha + composto orgânico) foi o mais indicado, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos T1 e T2, diferindo do T3 (pó de rocha) não sendo esse, o tratamento mais indicado para essa variedade, e para Sedinha nenhum dos tratamentos submetidos diferiram significativamente.

Tabela 6 – Peso da massa seca da parte aérea, expresso em g em cada parcela útil.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	11,7 b B	37,7 a AB	31,5 a A
Composto Orgânico	21,2 b A	33,4 ab AB	43,5 a A
Pó de rocha	22,6 a A	21,2 a B	39,8 a A
Pó de rocha + Composto	25,0 b A	43,6 a A	41,5 ab A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.3.9. Produção da Massa Seca da Parte Aérea (PMSPA)

As variedades Sedinha e Guaribas não diferiram entre si, diferindo da Nova Era que apresentou valores inferiores. (Tabela 7). Com relação aos tratamentos, todos se mostraram eficientes para todas as variedades, com exceção do tratamento T3 (pó de rocha) para a variedade Guaribas, não sendo dessa maneira, o mais indicado para essa variedade.

Tabela 7– Produção da massa seca da parte aérea, expresso em kg há-1.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	40,7 b A	131,0 a AB	109,4 a A
Composto Orgânico	73,7 b A	116,0 ab AB	151,3 a A
Pó de rocha	78,6 a A	73,7 a B	138,2 a A
Pó de rocha + Composto	86,9 b A	151,6 a A	144,4 ab A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.3.10. Produção de Grãos (PG)

De forma geral, as variedades Sedinha e Guaribas apresentaram as maiores produções, diferindo significativamente da Nova Era, principalmente nos tratamentos T1 e T4 (Tabela 8). Nenhum tratamento influenciou na produtividade a ponto de superar a produtividade do T1 (testemunha). Observa-se ainda que no T3 (pó de rocha) a variedade Guaribas produziu menos que a testemunha, o que sugere uma diminuição da disponibilidade dos nutrientes na presença desse insumo.

Tabela 8– Produção de grãos de feijão caupi, expresso em kg ha⁻¹.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	42,1 b A	149,4 a AB	186,1 a A
Composto Orgânico	125,6 b A	164,7 ab AB	219,3 a A
Pó de rocha	86,0 b A	100,8 b B	263,0 a A
Pó de rocha + Composto	103,7 b A	236,9 a A	245,1 a A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

4.4. Concentrações de nutrientes nas folhas

A falta ou insuficiência de nutrientes debilita e atrasa o desenvolvimento das plantas, que passam a apresentar sintomas de deficiência nutricional. Os resultados das análises de folhas foram interpretados conforme as classes de interpretação da Tabela 10, descritos por Malavolta et al. (1997). Conforme Oliveira & Thung (1988), o feijoeiro requer quantidades relativamente altas de K e quantidades menores de P, e Na.

Tabela 95– Faixas de teores considerados adequados de macronutrientes nas folhas de feijoeiro.

$P^{(1)}$	$K^{(1)}$
-----g kg ⁻¹ -----	
2-3	20-25

⁽¹⁾ Baseado nos níveis adequados descritos por Malavolta et al. (1997)

4.4.1. Teor de K

Para esse nutriente observou-se que as variedades Nova Era e Guaribas, quando submetidas ao T3 (pó de rocha), não diferiram estatisticamente, porém obtiveram valores maiores que a Sedinha, quando submetida ao mesmo tratamento (Tabela 11). Também pode-se notar que a Nova Era se sobressaiu entre as demais, quando submetidas ao T4 (pó de rocha + composto orgânico), para tratamentos, não houve diferença significativa nos valores de K, todos obtiveram valores semelhantes.

Tabela 60– Teor de K presente nas folhas de feijoeiro g kg⁻¹.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	12,6 a A	12,3 a A	10,1 a A
Composto Orgânico	15,2 a A	14,7 a A	12,0 a A
Pó de rocha	12,3 ab A	13,4 a A	9,3 b A
Pó de rocha + Composto	14,9 a A	11,4 b A	10,8 b A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

destaca-se como deficiente os teores de K, conforme as faixas recomendadas por Malavolta et al. (1997) na Tabela 10, obtendo resposta negativa na concentração desse nutriente.

4.4.2. Teor de P

Em relação à concentração de P na parte aérea do feijão, a variedade Nova Era e Sedinha obtiveram médias significativamente maiores do que a variedade, Guaribas exceto no tratamento T3 – (pó de rocha) (Tabela 12).

De forma geral os tratamentos não influenciaram nos teores de P da parte aérea do feijão caupi, exceto o T2- composto orgânico para a variedade Sedinha, que deferiu significativamente da testemunha (Tabela 12).

Tabela 71– Teor de P presente nas folhas de feijoeiro g kg⁻¹.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	0,058 a A	0,033 b A	0,030 b B
Composto Orgânico	0,078 a A	0,028 b A	0,060 a A
Pó de rocha	0,057 a A	0,039 a A	0,039 a AB
Pó de rocha + Composto	0,061 a A	0,022 b A	0,043 a AB

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

Dentre os fatores que limitam a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros, destaca-se o baixo teor de fósforo, sendo, portanto, frequente a resposta positiva da cultura à aplicação deste nutriente no solo (PASTORINI et al., 2000). Quando comparados os valores obtidos, com os recomendando por Malavolta et al. (1997) nota-se uma resposta positiva na concentração desse nutriente.

Limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, dos quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo que aumentado o suprimento deste nutriente a níveis adequados (GRANT et al., 2001; SOUTO et al., 2009).

4.4.3. Teor de Na

Para Na (Tabela 13), observou-se que a Nova Era apresentou os maiores teores de sódio na parte aérea, esse resultado pode explicar a baixa produtividade dessa variedade comparada com as demais (Tabela 9). Em relação aos tratamentos, nota-se que os T1 (testemunha), T2 (composto orgânico) e T3 (pó de rocha) foram os que mais contribuíram com a elevação do teor de sódio para a variedade Nova Era. Os teores de sódio nas partes das plantas tendem a decrescerem na sequência caule > raízes > pecíolos > folhas (Silva et al., 2003).

Tabela 82– Teor de Na presente nas folhas de feijoeiro g kg⁻¹.

TRATAMENTOS	VARIEDADES		
	Nova Era	Guaribas	Sedinha
Testemunha	3,4 a B	1,2 a A	1,6 a A
Composto Orgânico	5,6 a B	1,5 a A	1,5 a A
Pó de rocha	3,8 a B	2,7 b A	3,4 b A
Pó de rocha + Composto	2,6 a A	1,4 a A	1,6 a A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula (tratamento) na coluna e minúscula (variedade) na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade T1 (testemunha) T2 (composto orgânico) T3 (pó de rocha) e T4 (pó de rocha + esterco).

O tratamento T4 (pó de rocha + composto) mostrou-se o mais eficiente para diminuir a concentração desse elemento no feijoeiro.

5. CONCLUSÕES

A variedade Sedinha foi a que se sobressaiu em relação as demais na produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA), quando se comparou os parâmetros de crescimento da cultura do feijoeiro;

A maior produtividade foi alcançada pela variedade Sedinha, com uma produção média de 228,41 kg ha⁻¹;

Dentre os tratamentos utilizados, o que expressou o melhor comportamento na produção, independente das variedades estudadas, foi o tratamento com composto orgânico (T2);

O pó de rocha precisa ser melhor estudado, uma vez que apresenta alto teor de sódio, e baixos de fósforo e potássio, extraíveis com Mehlich 1, extrator esse usado na análise de fertilidade do solo. O alto teor de sódio do pó de rocha, possivelmente explica o baixo desenvolvimento das variedades quando submetidas a esse tratamento, devido a susceptibilidade das mesmas a esse elemento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense**. 2000. 566f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Selection of location bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm evaluation. *Revista Brasileira de Genética*, v.14, n.3, p.765-770, 1991.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. (Ed.). *Manual de métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão caupi. Jul/2003**. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.html>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Brasília, Produção de informação; Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006a. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, 1997. 212p.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; LOPES, A.C.A. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos de genótipos de caupi de porte semi-ereto. *Revista Científica Rural*, v.6, n.2, p.31-39, 2001.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; LOPES, A.C.A. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de linhagens de caupi de porte ereto enramador. *Revista Ceres*, v. 49, n.234, p.383-393, 2002.

GRANT, C. A. et al. The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 81, p. 211-224, 2001.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatinga: Características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F. & FONTE S, M.P.F., eds. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG, SBCS/UFV/DPS, 1996. p.95-111.

MAIA, A. F.; ASSUNÇÃO, M. V.; ALVES, J. F. Influência do método de debulha e da umidade na produção de sementes de feijão de corda. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 17, n.2,p.91–100,1986.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas : princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MENEZES, R.S.C. & SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubo orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. R. Bras. Eng. Agric., 11:361-367, 2007.

MENEZES, R.S.C. & SILVA, T.O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. R. Bras. Eng. Agric., 12:251-257, 2008.

MIYASAKA, S.; NAGAI, K. ; MIYASAKA, N. S. Agricultura natural. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas-CPT, 2004. 214 p.,.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural Waters. *Analytica Chimica ACTA*. V.27, p. 31-36, 1962.

OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, J. A.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1988. p 175-212.

PASTORINI, L. H. et al. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. *Revista Ceres*, v. 47, n. 270, p. 219-228, 2000.

PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI. S.T.A. Concentração Foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta a adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, p. 75-84, 2000.

PEREIRA, J. A.; BELARMINO FILHO, J.; SANTOS, J. F.; ARANHA, V. S. **Caracteres agronômicos e suas correlações em linhagens de feijão-macassar**. EMEPA, 1992 (Boletim de pesquisa 06).

SAMPAIO, E. V. S. B.; Salcedo, I. H.; Silva, F. B. R. 1995. Fertilidade de solos do semiárido do Nordeste. In: Pereira , J. R. & Faria, C. M. B. Fertilizantes: insumo básico para a agricultura e combate à fome. EMBRAPA/CPATSA –SBCS, Petrolina. P. 51-71.

SAMPAIO, E. V. S. B.; Antonino, A. C. D.; Tiessen, H.; Salcedo, I. H. 1997. Utilização de fertilizantes nitrogenados (^{15}N) em culturas de substâncias no semiárido nordestino. Anais do Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, 4. Poços de Caldas, CD-ROM, vol. 2. P.803-808.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. DE; COSTA, P. H.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl_2 . Brazilian Journal of Plant Physiology, v.15, n.2, p.99–105. 2003.

SOUTO, J. A. et al. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) millsp). Revista Verde, v. 04 n. 01, p. 135-140, 2009.

STÜRMER, S.L.C. Infiltração de água em Neossolos Regolíticos do Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul. Santa Maria, Universidade de Santa Maria, 2008. 105p. (Tese de Mestrado)

WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção. Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1976. 22 p. (Embrapa/CNPAP. Boletim, 5).